

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **244 097 A1**

4(51) B 23 Q 37/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP B 23 Q / 283 978 5	(22)	09.12.85	(44)	25.03.87
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	VEB Kombinat Getriebe und Kupplungen – Stammbetrieb, 3018 Magdeburg, Schwiesestraße 4, DD
(72)	Thyssen, Wolfgang; Gorzel, Rosa, Dr.-Ing.; Piegert, Rudolph, Prof. Dr.-Ing., DD

(54)	Fertigungszelle zum Verzahnen von Zahnrädern, insbesondere Stirnrädern
------	--

(57) Aufgabe der Erfindung ist es, eine Fertigungszelle zur Herstellung von Zahnrädern zu konzipieren, die mit der gleichen Kinematik alle Bearbeitungsprozesse abwickelt. Gelöst wird die Aufgabe durch ein CNC gesteuertes Antriebssystem, durch dessen Konstruktionselemente es möglich ist, eine vollständige Bearbeitung des Werkstücks in nur einer Aufspannung und Kinematik durchzuführen.

ISSN 0433-6461

4 Seiten

Erfindungsanspruch:

1. Fertigungszelle zum Verzahnen von Zahnrädern, insbesondere Stirnrädern, dadurch gekennzeichnet, daß an einem gemeinsamen Werkstückträger Werkzeug- und Meßsysteme und technologische Systeme mit zahnstangenförmigem Bezugsprofil so angeordnet werden, daß die Führungsbahn der translatorischen Bewegungskomponente (3) parallel zur Tangente an die Führungsbahn der rotatorischen Bewegungskomponente (2) angeordnet ist, so daß in bekannter Weise der zur Erzeugung der Wälzbewegung erforderliche Zwanglauf über eine CNC-Steuerung (15) erzeugt werden kann und daß die technologischen Systeme (Bearbeitungs- und Meßstationen) mit punktförmig angreifenden Werkzeugen und Meßmitteln dort positioniert werden, wo die Führungsbahn der translatorischen Bewegungskomponente (3) einen Winkel ungleich Null Grad zur Tangente an die Führungsbahn der rotatorischen Bewegungskomponente (2) einnimmt.
2. Fertigungszelle zum Verzahnen von Zahnrädern, insbesondere Stirnrädern, nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels der rotatorischen und translatorischen Bewegungskomponenten (2, 3) sowohl die Wälzbewegung zum Abwälzen der Zahnflanken an zahnstangenförmigen Werkzeugen als auch die Bahnsteuerung zur Gewährleistung des Eingriffspunktförmiger Werk- und Meßzeuge durch punktweise Positionierung der Werkstückflanke relativ zum Werk- bzw. Meßzeug gewährleistet wird.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Fertigungszelle zum Verzahnen von z.B. Stirnrädern, in der mehrere spezifische Bearbeitungsstationen zu einer Machineinheit so zusammengefaßt sind, daß der Bearbeitungsablauf als ein einheitlich technologischer Prozeß abläuft.

Charakteristik bekannter technischer Lösungen

Aufgrund der bisher vorherrschenden Fertigungsverfahren und der dafür eingesetzten Werkzeugmaschinen für die Komplettbearbeitung von Verzahnungen, ist ein technologischer Prozeß, bestehend aus mehreren nacheinander angeordneten Arbeitsgängen, erforderlich. Dabei stellt jedes Verfahren gleichzeitig einen eigenständigen Arbeitsplatz dar. Die Verknüpfung der verfahrenstechnisch erforderlichen Arbeitsplätze erfolgt durch bekannte Lösungen der Transport- und Produktionsprozeßorganisation. Aus dem Stand der Technik lassen sich folgende Nachteile ableiten: Das Werkstück muß losweise die verschiedenen Arbeitsgänge nacheinander durchlaufen, so daß lange Fertigungsdurchlaufzeiten mit hohen Aufwendungen für Hilfs- und Nebenprozesse, wie Transport und Lagerung, Einrichten der Bearbeitungsstationen, Umspannen der Werkstücke, mit den nachteiligen Auswirkungen auf die Bearbeitungsgenauigkeit und Verlustzeiten infolge unterschiedlicher Maschinenlaufzeiten auftreten.

Um diese getrennten Bearbeitungsmethoden zu vereinfachen und in einer Fertigungsstraße zu straffen, wurde in der DE 3 146 630 vorgeschlagen, einen gleichartigen Grundaufbau mit horizontaler Verkettung zu schaffen und die dazu erforderlichen Versorgungseinrichtungen diesem Grundaufbau anzupassen. Wenn auch davon ausgegangen wird, daß die in der Fertigungsstraße eingeordneten Bearbeitungsmaschinen austauschbar angeordnet sind, so ist aber nachteilig, daß nach wie vor die traditionellen Verfahren und Maschinen eingesetzt werden müssen, da jede Maschine ihre besondere Kinematik und Steuerung hat und der Werkstücktransport von Maschine zu Maschine mittels Schlitten oder anderer aufwendiger Mittel vorgenommen wird.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht in der Entwicklung eines neuartigen technologischen Prozesses, der durch eine geringstmögliche Anzahl von Arbeitsgängen sowie einen kurzen, hochautomatisierten Fertigungsdurchlauf der Werkstücke bei Erhöhung der Arbeitsproduktivität und Werkstückqualität sowie Senkung der technologischen Selbstkosten gekennzeichnet ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Fertigungszelle zu entwickeln, die eine weitgehende Komplettbearbeitung der Verzahnung in einer Werkstückspannung ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch eine Fertigungszelle zum Verzahnen von Zahnrädern, insbesondere Stirnrädern, gelöst, in der die erforderlichen Werkzeug- und Meßsysteme an einem gemeinsamen Werkstückträger so angeordnet werden, daß die rotatorische und translatorische Wälzbewegungskomponente, mit denen in bekannter Weise über eine CNC-Steuerung der Zwanglauf der Wälzbewegung zur Herstellung von Verzahnungen erzeugt wird, gleichzeitig zur Realisierung einer Bahnsteuerung für punktförmig angreifende Werkzeuge und Meßmittel dient. Das wird dadurch erreicht, daß die Führungsbahn für die translatorische Wälzbewegungskomponente die Tangente an die Führungsbahn für die rotatorische Wälzbewegungskomponente unter einem Winkel ungleich Null Grad schneidet. Damit ist die Nutzung beider CNC-gesteuerten Bewegungskomponenten sowohl für die Erzeugung der Wälzbewegung als auch für eine Bahnsteuerung erforderlich, wobei die tangentiale Koordinate zum Teilkreis der Verzahnung im Polarkoordinaten- und die radiale Koordinate zum Teilkreis der Verzahnung im kartesischen Koordinatensystem vorliegt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 Anordnung der Fertigungszelle mit ihren Stationen.

Die Fertigungszelle ist mit den Bearbeitungsstationen

- Vorbereitung des ungehärteten Zahnrades a)
- Messen der Verzahnung, einschließlich der Korrektur der Einstellwerte bei der Verzahnungsherstellung b)
- Entgraten und Abdachen der Zahnkanten c)
- Härten der Verzahnung d)
- Verzahnen der gehärteten Zahnräder e)

bestückt. Dabei wird in der Bearbeitungsstation a) die Vorbearbeitung ungehärteter Zahnräder genutzt, wobei geometrisch einfache Messerköpfe unter Ausnutzung der Möglichkeiten der Mikrorechnersteuerung zum Einsatz kommen.

Die Meßstation b) dient dem Messen der Verzahnung, z. B. mit dreidimensionalen Meßtastern.

Während in der Bearbeitungsstation c) herkömmliche Werkzeuge eingesetzt werden, wird in Station d) das Härteverfahren, z. B. mittels Laserstrahl, angewendet. Schließlich wird in der Bearbeitungsstation e) das in der Technik bisher eingesetzte Schälwälzen mittels Wälzfräser durch den Einsatz von Messerköpfen 4 ersetzt. Dabei besteht die Möglichkeit, die Fertigungszelle in unterschiedlichen Ausbaustufen, z. B. durch Wegfall der Station d) und/oder e), zu realisieren.

Als Beispiel könnte dazu die Aufgabe dienen, diese wie folgt auszubilden:

Fertigungszelle für ungehärtete Zahnräder

- Vorbearbeitung ungehärteter Zahnräder a)
- Meßstation b)
- Entgraten und Abdachen c)

Fertigungszelle für gehärtete Zahnräder

- Bearbeitung gehärteter Zahnräder e)
- Fertigungsbearbeiten, z. B. Schleifen f)
- Messen b)

Die gesamte Einrichtung wird von einer zentralen CNC-Anlage 15, die die Wälzbewegung als kinematische Längsbewegung 3 über den Antrieb M3 und als Drehbewegung 2 über den Antrieb M2 erzeugt, gesteuert. Zur Herstellung der Verzahnung wird ausschließlich mit kammartig ineinandergreifenden Messerköpfen gearbeitet, die die bisher eingesetzten Wälzwerkzeuge ablösen.

Dabei ist die Fertigungszelle aus an sich bekannten Maschinenbauelementen aufgebaut. Auf einem Werkstückschlitten 14 ist ein Rundtisch 13 angeordnet, auf den das zu bearbeitende Werkstück aufgelegt wird.

Die Vorbearbeitungsstation a) ist mit zwei TED Messerköpfen 4 ausgestattet, deren unter doppeltem Eingriffswinkel angeordnete Achsen 1 unter Einschaltung der Breitereinstellbewegung 5 und der Winkeleinstellbewegung 6 auf das Bezugsprofil der Verzahnung eingestellt werden.

Durch radiales Eintauchen der Positionierachse 7 wird die Positionierung der Werkzeuge relativ zum Werkstück vorgenommen. Zum Auswälzen beider Zahnflanken werden die rotatorischen Wälzbewegungen 2 und translatorischen 3 genutzt. Das Herausfahren der Werkzeugachsen 1 mit den Messerköpfen 4 erfolgt über die Positionierachse 7, die axial mittels der Längsbewegung in Zahnbreitenrichtung verstellt wird. In dieser neuen Lage erfolgt erneut der Bearbeitungszyklus und wird bis zur Fertigstellung der gesamten Zahnbreite wiederholt. Anschließend erfolgt mittels einer rotatorischen Drehbewegung 2 des Werkstückes bei entlang der Positionierachse 7 zurückgezogenem Werkzeug das Weiterdrehen des Werkstückes um eine Teilung. Dieser Vorgang wiederholt sich entsprechend der Zähnezahls des Zahnrades. Eine sich als erforderliche Korrektur abzeichnende Abweichung wird durch eine veränderte Winkeleinstellung 6 und durch eine evtl. notwendige Zustellung der Positionierachse 7 erreicht, wobei über die CNC-Steuerung die Messerköpfe 4 entsprechend positioniert werden.

In der Station c), die dem Abdachen und Entgraten der Zahnkanten dient, werden die Entgratwerkzeuge 10 durch die Abstandseinstellbewegung 16 und die Winkeleinstellbewegung 9 auf die Verzahnung eingestellt. Die Abdachung und das Entgraten erfolgen durch eine rechnergestützte Zuordnung der Bewegung der Entgratwerkzeuge 10 und der rotatorischen Drehbewegung 2.

Sofern technologisch eingeordnet ist, daß nach dem Vorverzahnen gemessen werden soll, wird über eine Meßtasterpositionierung 11 das Werkstück in diese Stellung gebracht. Dabei wird ein Meßtaster entlang der Achse gem. Position 11 in Meßposition gebracht und über eine rotatorische Bewegung 2 an die zu messende Flanke angelegt und mittels der Bewegungen 2, 3 und 8 bahngesteuert gemessen. Dies wiederholt sich, bis das verzahnte Werkstück seine Drehbewegung mit 360° beendet hat. Die Auswertung der Meßergebnisse ist der CNC-Steuerung 15 entnehmbar. Dabei wird das Anstellen der Entgratwerkzeuge 10 durch eine translatorische Bewegung 3 und 16 durchgeführt.

Für die Weiterbearbeitung des Werkstücks zum Härten der Verzahnung wird in der Station d) ein formschlüssiges Werkzeug entlang der Positionierachse der Härtestation d) relativ zum Werkstück angestellt. Nach Beendigung des Härtevorgangs entlang der Positionierachse des Härtewerkzeuges 12 wird nach Rücklauf desselben ein neuer Zahn in Angriff genommen, bis alle Zähne gleichermaßen bearbeitet wurden.

Schließlich wird in der Station e) die Fertigbearbeitung durchgeführt. Hier wird analog, wie unter Station a) dargelegt, gearbeitet. In dieser Station arbeiten aber die Messerköpfe 4 mit den auf ihrer Stirnseite angeordneten Schlichtschneiden, während in der Station a) die Schruppschneiden der Messerköpfe zum Einsatz kommen.

Position 8 stellt die Positionierachse in Zahnrichtung dar.

